

## 多频电磁感应探测仪系列 -GEM

### 仪器系统简介

美国 Geophex 公司为美国国防部投资的一家公司，主要研制多频感应电磁设备，其 GEM 系列产品以其轻便，快速，操作简单，数字化，可编程等特点，并可做梯度测量，具有高密度的三维空间采集数据功能。



美国 Geophex 有限公司成立于 1983 年，开发和制造地面电磁感应系统及航空电磁法系统，并为国防部和其他联邦机构研制了很多专业的地球物理仪器。2008 年该公司加盟 Aeroquest 集团，成为其旗下的一家子公司，总部设在 Raleigh, North Carolina. 同时 Geophex 的业务还包括航空电磁的特殊地球物理调查。美国 Geophex 公司 GEM 系列电磁勘探仪有手持便携式的 GEM-2 GEM-3 宽带数字电磁探测器，并可安装 GPS 定位，也可做水下 GEM-3 勘测，又有车辆牵引或安装在车上的 GEM-5 GEM-5B 电磁感应梯度测量仪。

1. **GEM-2:** 是一种便携式，数字化，可编程的宽频带电磁勘探仪器。其特点为技术最新，应用最简单，适用于浅层地质勘探，环境调查和工程地质勘测。GEM-2 的发射和接收线圈固定在一个配有背带的，貌似滑雪板的装置中，包含所有电子元件的机匣可以嵌入滑雪板上，掌中电脑（PDA）粘贴在机匣上作为用户界面和显示。
2. **GEM-3:** GEM-3 宽带数字电磁探测器适用于金属物的探测，例如：地下埋藏的金属物、未爆物品和军火等。它重量轻、便携、用途广泛，基本配置的重量为 10 磅（5 公斤）。因为它是完全数字化的，故可以在许多其它的操作模式中对它进行编程。
3. **GEM-2A:** 直升机电载多频矿物勘探和环境调查传感器。
4. **GEM-5:** GEM-5 阵列系统是一种由车辆牵引或者安装在车辆上的电磁感应梯度测量仪，具有高密度的三维空间采集数据功能；该系统主要应用于环境领域，寻找未爆炸武器；也可应用于探测埋藏物等民用领域。按照一般的应用情况来看，在恶劣的环境中它也可用于探测和寻找地雷和简易爆炸装置。
5. **GEM-5B:** GEM-5B 是 GEM-5 的加强版，为探测深部的埋藏物提供了更大的发射磁矩。采用车拖式的工作方法。该系统可用于地质测绘，大坝和堤防检查，也可以用于探测 / 描绘人工制造的地下建筑物，诸如秘密的地下隧道等。该系统也可以通过测量来自建筑物中的本底电磁噪声数值来探测带有负载的供电线路。

## 应用领域

广泛应用于浅层地质调查、地下水勘探、工程地质调查、土壤调查、考古、环境污染调查、地下设施堪查、电磁环境监测等领域，并在探测地下埋藏金属物、未爆炸物、军火具有独特的能力和性能。

## 主要性能与特点：

### 1 GEM-2 具备的特点优势：

- | 可编程宽频带操作，单频，多频，混频多模式发射，适用不同深度目标体的探测
- | 仪器轻便，只有 3.6 公斤，非常适于野外工作，手持式测量；
- | 嵌入式电子机匣使野外更换电池方便容易；
- | PDA/ IPaq 作为用户界面可以充分使用 WinceGEM 功能；
- | GPS 和 12 伏电源连口；
- | 机匣与 PDA 之间实现无线通讯，RS232 串行接口可连接任何 其他外部设备；
- | 实时绘图可实现测量结果的快速评估；
- | 测量结束后无需下载数据，每次测量的数据自动存储在内存中和 SD 存储卡上。

### 2 GEM-3 具备的特点优势：

#### | 勘测

在由美国政府安排的苛刻的试验场地，GEM-3 的示范表现无可争辩地超越了所有其它的探测器。GEM-3 可以在非常恶劣的地表条件下很方便地使用可选的音频输出进行实时勘测。

#### | 分辨、描述或识别

在探测受电磁感应频谱（EMIS）强烈干扰下的地下埋藏的金属物、未爆物品和军火等方面，宽带电磁数据证明了它有着极其明显的优势。用宽带电磁来探测一个由部分或全部金属组成的物体时，它的频谱响应具有唯一性。因此，可以用物体的频谱响应特征来识别这个物体。

#### | 磁性地质领域中的金属探测

磁性土壤或岩石不会影响 GEM-3 的正交分量。因此，所有正交分量之和（可选音频功能的原理基础源于这个正交分量之和）是一个可以很好利用的检测因子。

### 3 GEM-5 具备的特点优势：

- | 宽频带操作，通常是在 90Hz 至 96KHz 中，一般为 10 至 12 个波段。
- | 7 个同等行距的接收通道同时采集；
- | 具有抑制传感器移动时带来的噪声能力。
- | 抑制近源场及远源场地磁干扰的能力。
- | 通过噪声改良，提高信噪比。

## 主要技术指标：

### 1 GEM-2 宽带数字电磁探测器

#### 技术指标

操作： 可编程

带宽： 300 赫兹 - 96 千赫

发射方式： 单频，多频，混频

\*采样频率： 25赫兹， 30赫兹  
\*重量和尺寸： 3.6公斤， 183厘米× 12.5厘米  
线圈结构： 水平共面  
\*最大发射矩： 3 安培平方米  
可充电电池： 直流12伏  
\*输出 用户选择频率的同相和异相分量  
用户选择频率的视电导率  
视磁化率  
高压线噪声幅度

## 2 GEM-3宽带数字电磁探测器

一套基本的 GEM-3 探测器包括：一个直径为 64cm 的传感头、把柄支架、控制台、显示器和电池充电器。标准软件包括基于 Windows 的操作软件 WinGEM 可选 96cm 直径的传感头，但由于较大的尺寸，故需安装在车辆上。

### 可编程的操作

- \* 频带宽度：30 Hz to 24 kHz
- \* 频率范围：单频、多频或步进频率
- \* 最大采样率：一个频率时近似为 15Hz，或 10 个频率时近似为 8Hz

### 硬件

- 可移动探头：玻璃纤维密封，标准直径为 64cm，可选 40cm 或 96cm
- 控制台（CPU 显示器等）：11cm x 17cm x 5cm，2.5 kg 电镀铝盒
- \* 内置可充电电池：13.2 VDC
- 线圈组成：同中心

### 输出

- \* 同相和正交，单位 ppm，储存在操作台中。最大记录能力近似为 50,000 个数据点
- 数据还可以通过 RS232 串口实现实时传输（“遥测方式”）
- 实时数字显示
- 音频探测，表示所有正交分量和 - 可选

### 软件和操作手册

WinGEM Windows 操作平台，通过 PC 机进行上载和数据下载  
转换 PPM 数据到电导率或渗透率的转换程序 可选

### GEM-3 硬件选择

40cm 或 96cm 直径传感器探头  
96cm 直径传感器探头安装在二轮车上，并且带 GPS  
实时检测音频输出  
GPS 天线安装总承

## 3 GEM-5阵列式电磁感应梯度测量仪

GEM-5 阵列系统技术规格：

\*阵列长度 2.4m (8 ft)  
\*体积规格 30 cm x 210 cm x 50 cm (H)  
线圈构造 同轴线圈  
\*发射电流 最大有效值 20安培

|       |                             |
|-------|-----------------------------|
| *发射磁矩 | 270Hz时为 180 Am <sup>2</sup> |
| *电源   | 24 伏直流电                     |
| *频率范围 | 90 Hz to 96 kHz             |
| *频段编号 | 可编程 一般为 10-12               |
| *采样率  | 25 Hz或 30 Hz                |

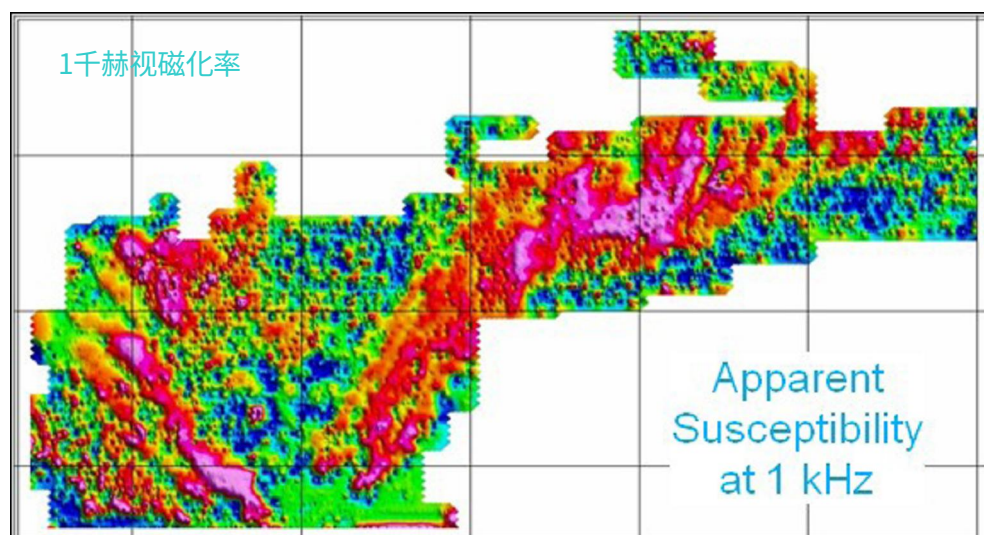
#### 4 GEM-5B阵列式电磁感应梯度测量仪

GEM-5B 阵列系统技术规格：

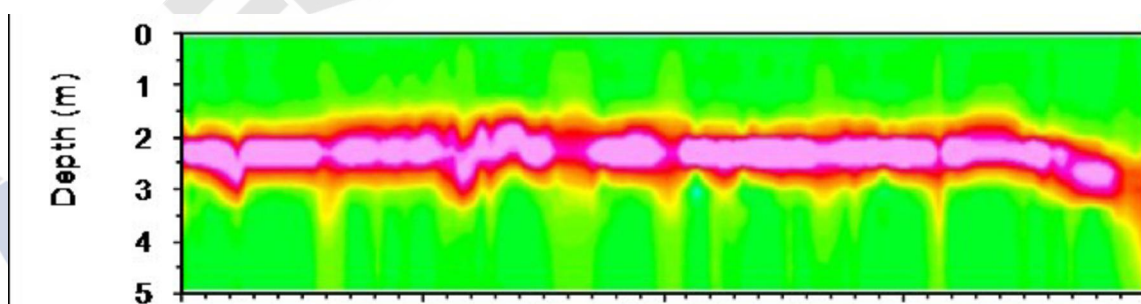
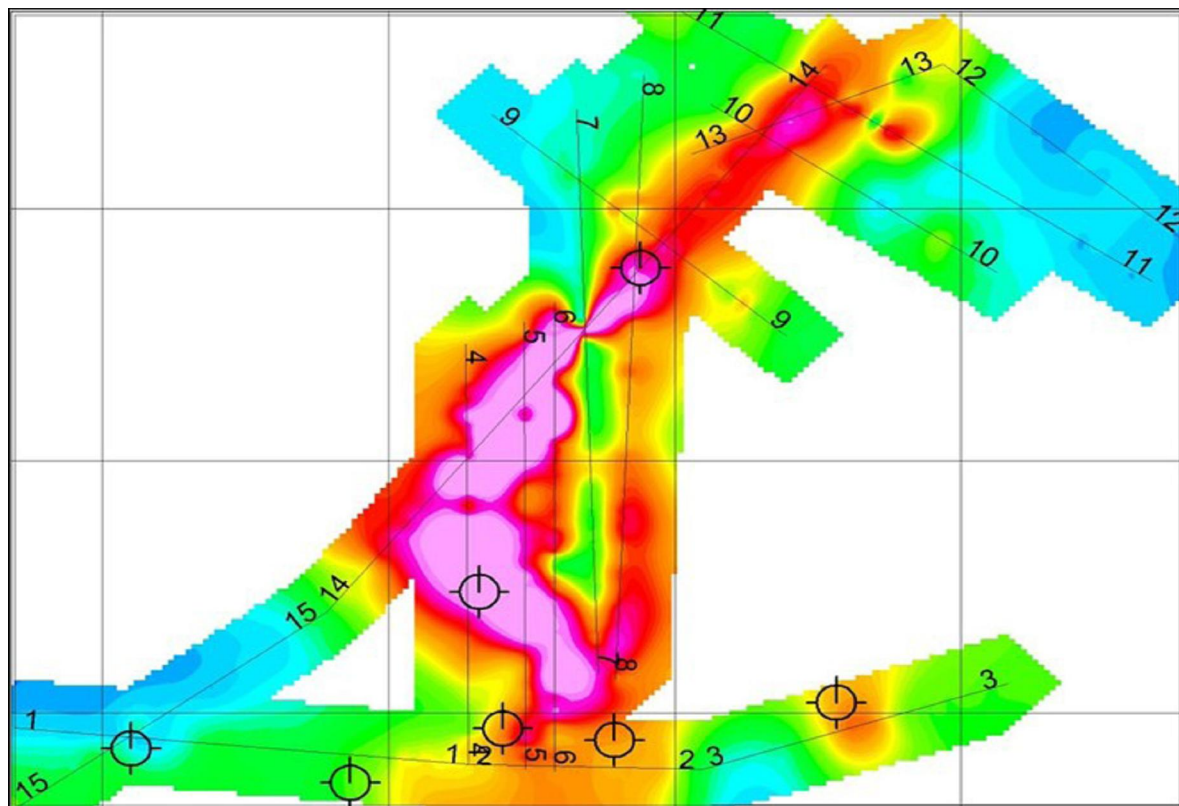
|       |                              |
|-------|------------------------------|
| *阵列长度 | 3m (10 ft)                   |
| *体积规格 | 180 cm x 240 cm x 200 cm (H) |
| 线圈构造  | 同轴线圈                         |
| *发射电流 | 最大有效值 45安培                   |
| *发射磁矩 | 270Hz时为 2000 Am <sup>2</sup> |
| *电源   | 24 伏直流电                      |
| *频率范围 | 90 Hz to 96 kHz              |
| *频段编号 | 可编程 一般为 10-12                |
| *采样率  | 25 Hz or 30 Hz               |

#### 应用实例：

**被遗忘的垃圾填埋场：**历史照片显示该区曾为垃圾填埋场，但没有记录说明该垃圾填埋场的范围。GEM-2测量揭示了所有的填埋沟槽，为环境治理提供了依据。



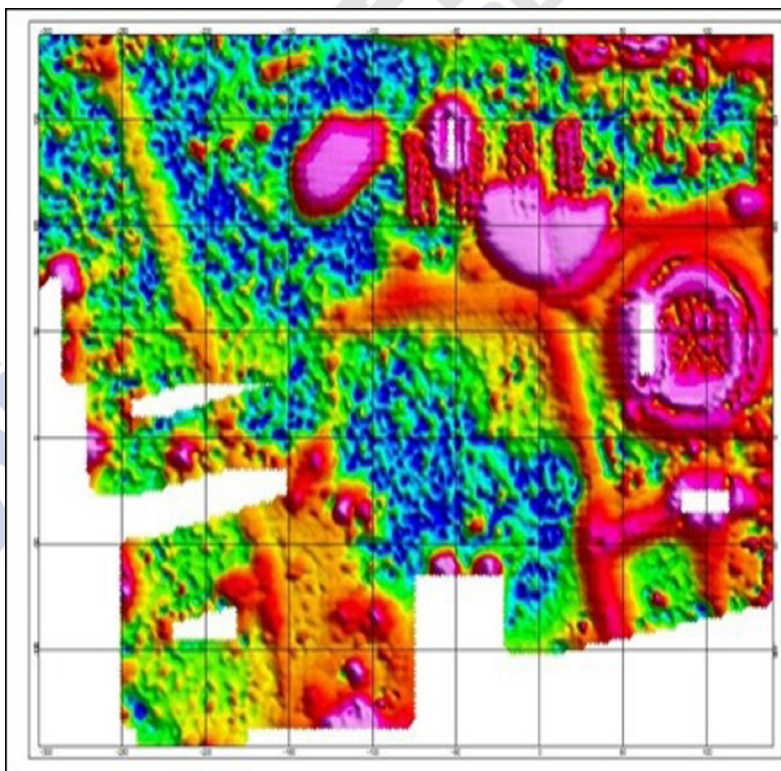
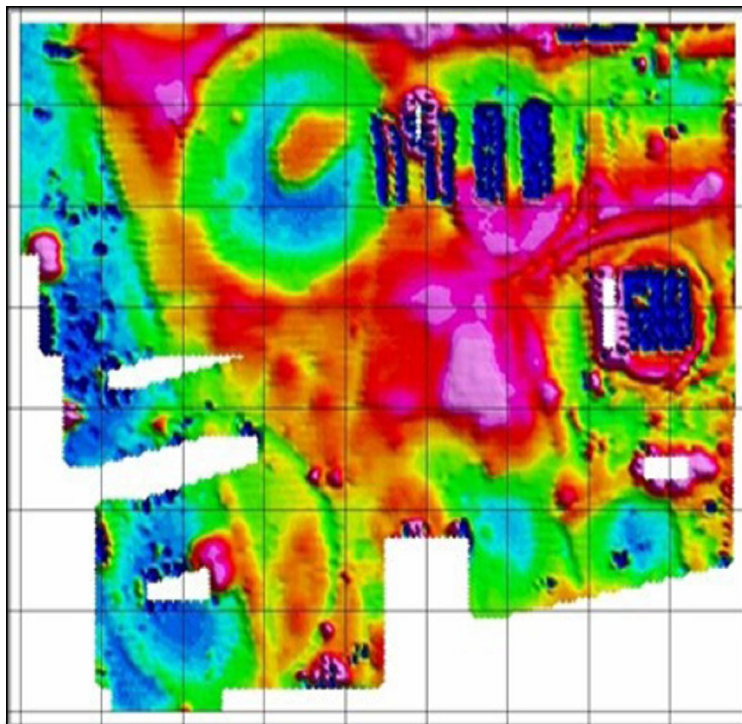
**油田盐水污染：**美国地质调查局 (USGS)在俄克拉荷马州进行 GEM-2测量，该测量用从 330赫兹到 47千赫兹的五个频率圈定了浅层油田盐水污染。下面是 14千赫的视电导率图，五频数据圈定了盐水污染的三维分布和含盐量。



用五频电磁数据算出的电导率-深度断面图揭示了盐水污染发生在 2-3 米深，该解释后为钻井证实。

**环境调查：**在纽约州 GEM-2用于一个废弃的煤气厂的环境调查。视磁化率和电导率图清楚地描绘了埋在地下的管道，厂房地基，水泥基座，工业废物污染，以及其他与工厂设备有关的地下埋藏物。

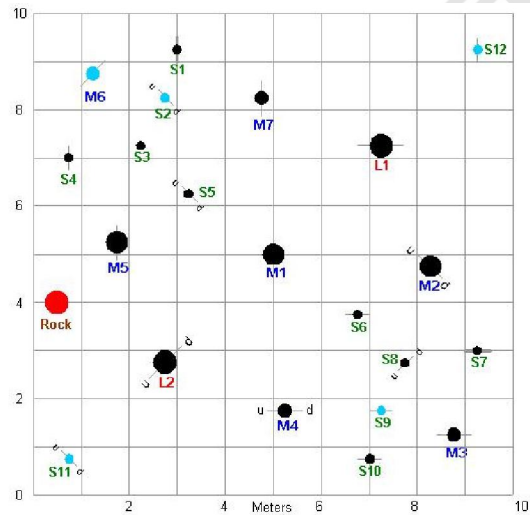
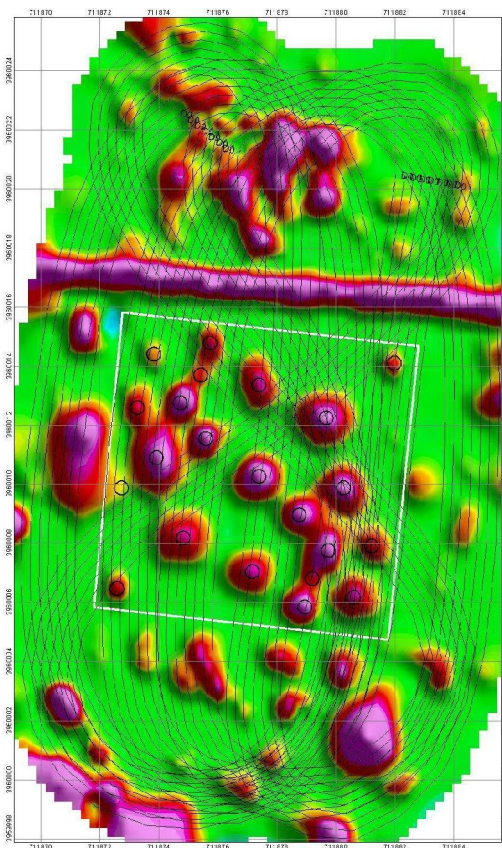
1千赫视磁化率图



7千赫视电导率图

### GEM-5阵列系统数据案例

左图是一幅 Q-sum 数据案例，根据在 Geo-phex 未爆炸物测试基地做的测试图形，图中用白色的正方形标出 10×10 米面积的区域。地下真实图形显示，共有 20 个各种金属管的目标体和一个含磁性岩石（左边的红色圆圈）。七条平行线表明 7 个通道阵列的地面轨迹 细长的阵列宽度



如上航空摄影显示的区域图是沿着北加州 Raleigh 街道用 GEM-5 阵列系统采集的数据。这项调查是为了探测所有地下市政管线（供水，污水，电力，电话和光纤电缆）沿路埋设情况。微弱的黑线表明阵列在地面调查的轨迹。